

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/015705

International filing date: 30 August 2005 (30.08.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-251453
Filing date: 31 August 2004 (31.08.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 13 October 2005 (13.10.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 8 月 3 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 2 5 1 4 5 3

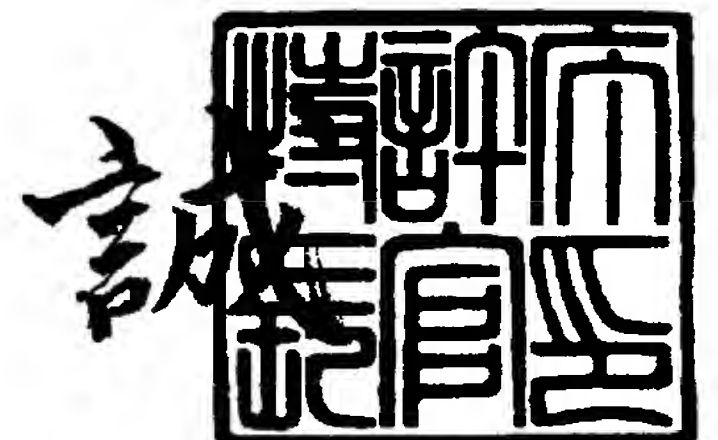
パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 2 5 1 4 5 3
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 9 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】 特許願
【整理番号】 2047560083
【提出日】 平成16年 8月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 51/00
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 竹内 孝之
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 川島 孝啓
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 齋藤 徹
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 奥澤 智宏
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 北岡 康夫
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100107641
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鎌田 耕一
【選任した代理人】
 【識別番号】 100115152
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 黒田 茂
 【電話番号】 06-6316-8750
 【連絡先】 担当
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 226219
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0411187

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

半導体層と、前記半導体層に電氣的に接続されたソース電極およびドレイン電極と、前記ソース電極と前記ドレイン電極との間の前記半導体層に電界を印加するためのゲート電極とを備える薄膜トランジスタであって、

前記半導体層が、無機半導体からなる複数の細線と有機半導体材料とを含む薄膜トランジスタ。

【請求項 2】

前記細線の平均直径が 100 nm 以下である請求項 1 に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項 3】

前記細線が、前記ソース電極と前記ドレイン電極とを結ぶ方向に配向している請求項 1 または 2 に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項 4】

前記細線が前記ソース電極および前記ドレイン電極から選ばれる少なくとも 1 つの電極から成長している請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項 5】

基板と前記基板上に形成されたトランジスタとを備える電子機器であって、

前記トランジスタが請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の薄膜トランジスタである電子機器。

【請求項 6】

前記基板が高分子材料からなる基板である請求項 5 に記載の電子機器。

【請求項 7】

アクティブマトリクス型ディスプレイである請求項 5 に記載の電子機器。

【請求項 8】

無線 I D タグである請求項 5 に記載の電子機器。

【請求項 9】

携帯用機器である請求項 5 に記載の電子機器。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜トランジスタおよびそれを用いた電子機器

【技術分野】

【0001】

本発明は、薄膜トランジスタおよびそれを用いた電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

薄膜トランジスタ（以下、TFTという場合がある）は、アクティブマトリクス型ディスプレイなど、様々な電子機器で用いられている。このような電子機器においてプラスチック基板を用いることによって、軽量でフレキシブルな機器が得られる。しかし、プラスチック基板を用いるためには、低温で半導体層を形成する必要がある。

【0003】

TFTの半導体層を低温で形成する方法として、半導体ナノワイヤを用いて半導体層を形成する方法が提案されている（たとえば非特許文献1）。

【非特許文献1】 ジアンフエン デュアン（Xiangfeng Duan）ら、ハイパフォーマンス シンフィルム トランジスターズ ユージング セミコンダクター ナノワイヤーズ アンド ナノリボンズ（High-performance thin-film transistors using semiconductor nanowires and nanoribbons）、ネイチャー（Nature）、米国、2003年9月18日、Vol.425、p.274-278

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、非特許文献1に記載の方法では、ナノワイヤと電極との間の電氣的な接触、およびナノワイヤ同士の電氣的な接触が十分ではなく、それらのばらつきも大きい。そのため、この方法で得られるTFTは、閾値電圧などの特性のばらつきが大きいという問題があった。

【0005】

このような状況を考慮し、本発明は、特性のばらつきが小さい薄膜トランジスタを提供することを目的の1つとし、特に、特性のばらつきが小さく低温で形成が可能な薄膜トランジスタを提供することを目的の1つとする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明の薄膜トランジスタは、半導体層と、前記半導体層に電氣的に接続されたソース電極およびドレイン電極と、前記ソース電極と前記ドレイン電極との間の前記半導体層に電界を印加するためのゲート電極とを備える薄膜トランジスタであって、前記半導体層が、無機半導体からなる複数の細線と有機半導体材料とを含む。

【0007】

また、本発明の電子機器は、基板と前記基板上に形成されたトランジスタとを備える電子機器であって、前記トランジスタが上記本発明の薄膜トランジスタである。

【発明の効果】

【0008】

本発明の薄膜トランジスタによれば、特性のばらつきが小さい薄膜トランジスタが得られる。特に、本発明の薄膜トランジスタは、低温で形成が可能であるため、高分子材料からなるフレキシブル基板上にも形成が可能である。本発明の電子機器は、本発明の薄膜トランジスタを用いるため、軽量、フレキシブル、耐衝撃性に強い、製造が容易である、といった特性を備えることが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態について説明する。本発明の薄膜トランジスタ（電界効果トランジスタ）は、半導体層と、半導体層に電氣的に接続されたソース電極およびドレイン

電極と、ソース電極とドレイン電極との間の半導体層に電界を印加するためのゲート電極とを備える薄膜トランジスタであって、半導体層が、無機半導体からなる複数の細線と有機半導体材料とを含む。無機半導体からなる細線（無機半導体細線）と有機半導体材料とを含む半導体層の詳細については後述する。

【００１０】

本発明の薄膜トランジスタによれば、電極と半導体層との間の電氣的な接触のばらつき、および無機半導体細線同士の電氣的な接触のばらつきを抑制できる。そのため、特性のばらつきが小さく応答速度が速い薄膜トランジスタが得られる。特に、無機半導体細線を用いる従来の薄膜トランジスタでは、電極と半導体細線との間の電氣的接触のばらつきが大きいという問題があったが、本発明によれば、そのばらつきを容易に小さくできる。また、本発明の薄膜トランジスタでは、低温で半導体層を形成することが可能であるため、高分子材料などからなるフレキシブル基板上に薄膜トランジスタを形成することが可能である。また、本発明の薄膜トランジスタの半導体層は無機半導体細線を含んでいるため、有機半導体材料のみで形成した半導体層に比べて高い移動度を示す。また、本発明の薄膜トランジスタの半導体層は無機半導体細線を含んでいるため、有機半導体材料のみでは困難なn形の半導体層を形成できる。

【００１１】

本発明の薄膜トランジスタでは、細線（無機半導体細線）の平均直径が１００nm以下であってもよい。

【００１２】

本発明の薄膜トランジスタでは、細線（無機半導体細線）が、ソース電極とドレイン電極とを結ぶ方向に配向していてもよい。この構成によれば、ソース電極とドレイン電極との間を流れるキャリアの実効的な移動度を高めることができ、応答速度が速い薄膜トランジスタが得られる。

【００１３】

本発明の薄膜トランジスタでは、細線（無機半導体細線）がソース電極およびドレイン電極から選ばれる少なくとも１つの電極から成長していてもよい。この構成によれば、電極と無機半導体細線との間の接続抵抗を小さくできる。

【００１４】

本発明の電子機器は、基板と基板上に形成されたトランジスタとを備える電子機器であって、トランジスタが上記本発明の薄膜トランジスタである。

【００１５】

本発明の電子機器では、基板が高分子材料からなる基板であってもよい。この構成によれば、軽量でフレキシブルな電子機器を実現できる。

【００１６】

本発明の電子機器は、アクティブマトリクス型ディスプレイであってもよい。また、本発明の電子機器は、無線ＩＤタグであってもよい。さらには、携帯用機器であってもよい。

【００１７】

以下、本発明の実施形態について説明する。ただし、本発明は以下の実施形態に限定されない。なお、以下で説明する図では、一部のハッチングを省略する場合がある。

【００１８】

（実施形態１）

以下、本発明のＴＦＴの例について説明する。図１（ａ）～（ｄ）は、本発明のＴＦＴの代表的な例を模式的に示す断面図である。図１（ａ）～（ｄ）に示すように、本発明のＴＦＴには様々な構成が存在する。図１（ａ）～（ｄ）のＴＦＴ１００ａ～１００ｄは、基板１１、ゲート電極１２、ゲート絶縁層１３、半導体層１４、ソース電極１５、およびドレイン電極１６を備える。半導体層１４はチャンネルとして機能する。ソース電極１５およびドレイン電極１６は、通常、半導体層１４に直接接触しているが、両者の界面に、接続抵抗を低減するための層などが配置されていてもよい。

【 0 0 1 9 】

ゲート電極 1 2 は、通常、ゲート絶縁層 1 3 を挟んで半導体層 1 4 と対向している。ゲート電極 1 2 は、少なくともチャネル領域、すなわちソース電極 1 5 とドレイン電極 1 6 との間の半導体層 1 4 に電界を印加する電極である。ゲート電極 1 2 によって半導体層 1 4 に印加される電界により、ソース電極 1 5 とドレイン電極 1 6 との間を流れる電流が制御される。半導体層 1 4 は上述した無機半導体細線（以下、「半導体細線」または「ナノワイヤ」と記載する場合がある）および有機半導体材料を含む。半導体層 1 4 は、典型的には半導体細線および有機半導体材料のみからなるが、必要に応じて他の材料を含んでもよい。

【 0 0 2 0 】

一般に、図 1 (a) の T F T 1 0 0 a および図 1 (c) の T F T 1 0 0 c は、トップコンタクト方式の T F T と呼ばれている。また、図 1 (b) の T F T 1 0 0 b および図 1 (d) の T F T 1 0 0 d は、ボトムコンタクト方式の T F T と呼ばれている。

【 0 0 2 1 】

本発明の T F T は、図 2 (a) および (b) のような縦型の T F T であってもよい。図 2 (a) の T F T 1 0 0 e および図 2 (b) の T F T 1 0 0 f では、ソース電極 1 5 とドレイン電極 1 6 とが半導体層 1 4 を膜厚方向に挟んで対向している。

【 0 0 2 2 】

基板 1 1 を構成する材料に特に限定はない。基板 1 1 として、高分子材料からなるフィルム、たとえば、ポリエチレンテレフタレート（以下 P E T という）、ポリエチレンナフタレート（ P E N ）、ポリイミドなどからなるフィルムを用いることによって、フレキシブルで軽量の T F T が得られる。ただし、ガラス基板やシリコン基板などの無機材料からなる基板を用いてもよい。

【 0 0 2 3 】

ゲート電極 1 2 は、導電性材料で形成でき、たとえば、 N i などの金属や導電性の高分子材料で形成してもよい。ゲート電極 1 2 は公知の方法で形成できる。たとえば、ゲート電極 1 2 を、マスク蒸着によって形成してもよいし、フォトリソ・エッチング工程によって形成してもよい。また、ゲート電極 1 2 は、導電性高分子をインクジェット法で印刷することによって形成してもよい。

【 0 0 2 4 】

ソース電極 1 5 およびドレイン電極 1 6 は、導電性材料で形成でき、たとえば、 A u 、 A g 、 C u 、 A l 、 P t 、 P d といった金属や、導電性の高分子材料で形成してもよい。ソース電極 1 5 およびドレイン電極 1 6 は公知の方法で形成できる。これらの電極は、マスク蒸着によって形成してもよい。また、これらの電極は、スパッタリング法や C V D 法によって形成された導電性材料の膜を、フォトリソ・エッチング工程によってパターニングすることによって形成してもよい。エッチングは、たとえば異方性ドライエッチングによって行うことができる。レジスト膜は、たとえば酸素系プラズマエッチングによって除去できる。また、上記電極は、導電性高分子をインクジェット法で印刷することによって形成してもよい。

【 0 0 2 5 】

ゲート絶縁層 1 3 は、絶縁性の材料で形成でき、たとえば、ポリビニルアルコール、ポリビニルフェノール、ポリイミドといった有機材料や、 S i O ₂ や T a ₂ O ₅ といった絶縁性の無機酸化物で形成してもよい。ゲート絶縁層 1 3 は、スピンコート法や蒸着法といった公知の方法で形成できる。

【 0 0 2 6 】

半導体層 1 4 は、有機半導体材料と複数の無機半導体細線とを含む混合物からなる。有機半導体材料が複数の無機半導体細線の上に配置されることによって、無機半導体細線同士の接続抵抗のばらつきを低減できる。また、有機半導体材料が無機半導体細線と電極との間に配置されることによって、無機半導体細線と電極との間の接続抵抗のばらつきを低減できる。

【0027】

半導体層14は、有機半導体材料と無機半導体細線のみからなるものであってもよいが、本発明の効果が得られる限り他の物質を含んでもよい。有機半導体材料と無機半導体細線との混合比に特に限定はなく、用いる材料やTFTに要求される特性に応じて選択される。一例では、有機半導体材料と無機半導体細線との重量比を、20：1～1：2程度の範囲としてもよい。

【0028】

有機半導体材料は、半導体性を示す有機材料であり、公知の有機分子を用いることができる。有機半導体材料は、溶媒に分散または溶解させることができる有機分子であることが好ましい。好ましい有機分子としては、たとえば、ポリ(3-アルキルチオフェン)や、ポリ(9,9'-ジオクチルフルオレンコピチオフェン)、ポリアセチレン、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)などが挙げられる。無機半導体細線と均一に交じり合うという点から、有機半導体材料は、溶媒への可溶性が高いことが好ましい。また、より高いトランジスタ特性を得るという点から、有機半導体材料は、それ単体で半導体層を形成した場合に良好な特性の有機トランジスタが得られる材料であることが好ましい。さらに、電極と無機半導体細線、無機半導体細線間の電荷の受け渡しを中継するという点から、有機半導体材料は、使用される電極材料や無機半導体細線とのコンタクト抵抗の低い材料であることが好ましい。

【0029】

無機半導体細線は、バルクの状態で半導体特性を示す材料で形成でき、たとえば、シリコンやゲルマニウムといった半導体で形成できる。これらの半導体には不純物(ドーパント)をドーピングしてもよく、たとえば、リン(P)をドーピングしたシリコンや、ホウ素(B)をドーピングしたゲルマニウムなどを用いてもよい。ドーピングは、細線を成長させる際の原料にドーパントを添加することによって行ってもよいし、形成された細線にドーパントをイオン注入することによって行ってもよい。

【0030】

無機半導体細線の形状は、製造方法や製造条件によって変化する。無機半導体細線の平均直径は、通常、20nm程度以下であり、たとえば1nm～100nmの範囲である。無機半導体細線の平均長さに特に限定はないが、通常10μm以下程度であり、たとえば0.1μm～50μm程度である。

【0031】

無機半導体細線は、公知の方法など、様々な方法で形成できる。たとえば、VLS(Vapor-Liquid-Solid)成長メカニズムによって、直径の制御された細線(ナノワイヤ)を触媒金属から成長させることができる。細線の成長は、たとえば、CVD法などの気相成長法によって行うことができる。Siナノワイヤを成長させる場合には、シランガス(モノシラン)やジシランガスを供給することが好ましい。また、Geナノワイヤを成長させる場合には、ゲルマンガスを供給することが好ましい。

【0032】

触媒金属に特に限定はないが、たとえば、金、鉄、コバルト、ニッケルのような遷移金属またはそれらの合金を用いることができる。触媒金属は、通常、微粒子の形態で用いられるが、他の形態で用いられてもよい。触媒金属の形成方法に特に限定はなく、たとえば、触媒金属の薄膜を成長用基板の上に堆積させ、熱処理を行うことによって金属を凝集させて微粒子を形成してもよい。また、細線を成長させる表面に、触媒金属の微粒子を分散させた液体を塗布したのち乾燥させることによって触媒微粒子を所定の位置に配置してもよい。この方法は、低温で触媒微粒子を配置できるという点で好ましい。

【0033】

以下に、無機半導体細線の製造方法の一例について説明する。まず、触媒微粒子を基板上に配置させる。触媒微粒子は、触媒微粒子が分散したAuコロイド溶液を基板上にスピンコートし、溶媒を除去することによって基板上に配置させることができる。次に、CVD法(通常のLP-CVD法でよい)によって、触媒金属からナノワイヤを成長させる。

ナノワイヤは、例えば、成長ガスにシラン（ガス流量50 s c c m程度）を用い、成長温度450℃、成長時間1時間程度で成長させることができる。

【0034】

半導体層14は、様々な方法で形成することができる。たとえば、無機半導体細線と有機半導体材料と溶媒（または分散媒。以下、同様である。）とを含む液体を塗布して膜を形成したのち、溶媒を除去することによって半導体層14を形成してもよい。この場合、溶媒に特に限定はないが、たとえばクロロホルム、キシレン、メスチレンなどを用いることができる。

【0035】

また、無機半導体細線からなる膜を形成したのち、その膜の表面に有機半導体材料を供給することによって半導体層14を形成してもよい。半導体細線からなる膜の表面に供給された有機半導体材料は、その膜に浸透し、半導体細線と有機半導体材料とが混在した半導体層14が形成される。無機半導体細線からなる膜は、たとえば、溶媒に分散させた無機半導体細線を含む液体を塗布して膜を形成したのち、溶媒を除去することによって形成できる。また、基板から無機半導体細線を成長させてもよい。このとき、成長した複数の無機半導体細線を一方向に倒すことによって、特定の方向に配向した複数の半導体細線を含む膜を形成できる。また、ソース電極15および／またはドレイン電極16の表面から無機半導体細線を成長させてもよい。この方法では、マスクなどで電極の所定の部分（たとえば側面）のみを露出させることにより、その部分のみから半導体細線を成長させることができる。これによって、一方の電極から他方の電極に向かって半導体細線を成長させることが可能となる。有機半導体材料は、蒸着法などによって供給してもよいし、有機半導体材料を含む液体を塗布することによって供給してもよい。

【0036】

半導体層14中の無機半導体細線の好ましい配向の例を図3に模式的に示す。半導体層14は、無機半導体細線31と有機半導体材料32との混合物からなる。図3（a）の例では、無機半導体細線31が、ソース電極15とドレイン電極16とを結ぶ方向Aにほぼ平行な方向に配向している。このように配向させる方法としては、たとえば、ソース電極15の側面とドレイン電極16の側面のうち互いに対向している側面のみが露出するようにマスキングを行った状態で無機半導体細線31を成長させる方法がある。また、図3（b）の例では、無機半導体細線31が、ソース電極15およびドレイン電極16の表面から、他方の電極に向かって、すなわち方向Aにほぼ平行に成長している。これらの構成によれば、移動度がより高いチャネル領域を形成できる。なお、図3（b）の例において、無機半導体細線31は、ソース電極15またはドレイン電極16のいずれか一方のみから成長してもよい。

【0037】

なお、本発明の効果が得られる限りTF Tの構成に特に限定はない。以下では、図1（b）のTF T100bおよび図1（d）のTF T100dを例に挙げて説明する。

【0038】

図1（b）のTF T100bでは、基板11の一主面上にゲート電極12が形成され、ゲート電極12を覆うようにゲート絶縁層13が形成されている。ソース電極15およびドレイン電極16は、ゲート絶縁層13の上に、互いに距離をおいて形成されている。半導体層14は、ソース電極15およびドレイン電極16とゲート絶縁層13の露出面とを覆うように形成されている。半導体層14は、無機半導体細線と有機半導体材料との複合体である。このように、TF T100bでは、基板11上に、ゲート電極12、ゲート絶縁層13、2つの電極、および半導体層14が積層されている。

【0039】

図1（d）のTF T100dでは、ソース電極15およびドレイン電極16が、基板11の一主面上に、互いに一定の距離をおいて形成されている。なお、必要に応じて基板11の表面にはSiO₂などからなる絶縁層が形成される。半導体層14は、2つの電極と基板11の露出面とを覆うように形成される。ゲート絶縁層13は、半導体層14上に形

成される。ゲート電極 1 2 は、ゲート絶縁層 1 3 上であって、少なくともソース電極 1 5 とドレイン電極 1 6 との間の領域に対応する位置に形成される。このように、T F T 1 0 0 d では、基板 1 1 上に、2 つの電極、半導体層 1 4、ゲート絶縁層 1 3、およびゲート電極 1 2 が積層されている。

【 0 0 4 0 】

以下に、本発明の T F T の製造方法について、実施可能な例を説明する。なお、以下で説明する各部分の材料および形成方法は一例であり、本発明は以下の例に限定されない。

【 0 0 4 1 】

（第 1 の製造方法）

以下に、図 1（b）の T F T 1 0 0 b の製造方法の一例について説明する。まず、P E T からなる基板 1 1（厚みがたとえば $100\text{ }\mu\text{m}$ ）上に、マスク蒸着によって N i からなるゲート電極 1 2（厚みがたとえば 100 nm ）を形成する。次に、ポリビニルアルコールの水溶液をスピンコート法によって塗布したのち乾燥させ、ゲート絶縁層 1 3（厚みがたとえば 500 nm ）を形成する。次に、ゲート絶縁層 1 3 上に、マスク蒸着によって、A u からなるソース電極 1 5 およびドレイン電極 1 6（それぞれ厚みがたとえば 100 nm ）を形成する。

【 0 0 4 2 】

次に、上述した方法によって半導体層 1 4 を形成する。以下に、半導体層 1 4 の形成方法について 2 つの例を説明する。

【 0 0 4 3 】

第 1 の方法では、まず、無機半導体細線と有機半導体材料とを同じ重量だけクロロホルム中に混入し、両者がクロロホルム中で均一になるように十分に分散させて混合液を得る。無機半導体細線は上述した方法で形成する。次に、この混合液をスピンコート法によって塗布したのち乾燥する。このようにして、半導体層 1 4（厚みがたとえば 500 nm ）を形成する。

【 0 0 4 4 】

第 2 の方法では、まず、無機半導体細線を溶媒中に分散させて混合液を作製する。この混合液を所望の位置に塗布したのち乾燥（溶媒の除去）して無機半導体細線の膜を形成する。この膜に、有機半導体材料を含む液体を塗布したのち乾燥する。これによって、有機半導体材料が無機半導体細線の膜に浸透し、半導体細線と有機半導体材料とが混在した半導体層 1 4 が形成される。

【 0 0 4 5 】

（第 2 の製造方法）

以下に、図 1（d）の T F T 1 0 0 d の製造方法の一例について説明する。まず、シリコン基板の表面に酸化シリコン層を形成したのち、ソース電極およびドレイン電極を形成する。これらの電極は、チタンで形成する。これらの電極は、スパッタリングで金属膜を成膜した後、フォトリソ・エッチング工程でパターニングして形成する。

【 0 0 4 6 】

次に、C V D 法によってシリコンからなる無機半導体細線をソース電極およびドレイン電極の表面から成長させる。材料ガスには、シラン又はジシランを用いる。また、半導体細線を成長させる触媒には、金を用いる。

【 0 0 4 7 】

ソース電極およびドレイン電極の表面のうち、レジストマスクなどによって特定の側面、具体的には他方の電極に対向する側面のみを露出させることによって、その側面のみから無機半導体細線を成長させることができる。この場合、無機半導体細線は、他方の電極に向かって基板の表面と平行に成長させることが可能となる。

【 0 0 4 8 】

次に、スピンコート法によって、有機半導体材料を含む液体を、ソース電極、ドレイン電極および無機半導体細線を覆うように塗布したのち、塗布した液体を乾燥させる。次に、チャンネル領域の部分をレジストによってマスクし、チャンネル領域以外の部分の有機半導

体層をフォトリソ・エッチング工程で除去する。このようにして、半導体層14を形成する。

【0049】

次に、半導体層14上に、ゲート絶縁層13およびゲート電極12を、公知の方法で形成する。このようにして、TF T100dを製造できる。

【0050】

（第3の製造方法）

以下に、図1（d）のTF T100dの製造方法について一例を説明する。まず、シリコン基板の表面に酸化シリコン層を形成したのち、ソース電極およびドレイン電極を形成する。これらの電極は、第2の製造方法と同様の方法で形成する。

【0051】

次に、CVD法によって基板の酸化シリコン層表面にシリコンからなる無機半導体細線を成長させる。材料ガスには、シランを用いる。また、ナノワイヤを成長させる触媒としては、金を用いる。これらの触媒微粒子は、金コロイド溶液をスピンコートする方法や金薄膜をスパッタ法や蒸着法で堆積させ、アニールすることで自己組織化的に金微粒子を形成する方法で酸化シリコン層の表面に配置される。

【0052】

この方法では、無機半導体細線は基板表面に対して垂直な方向に成長する。次に、成長した無機半導体細線を、ソース電極とドレイン電極とを結ぶ方向とほぼ平行な方向に押し倒す。これによって、無機半導体細線を概ね上記方向に配向させることができる。無機半導体細線は、たとえば、液晶の配向膜を形成するラビング装置などを用いて一方向に押し倒すことができる。このようにして、無機半導体細線の膜を形成する。

【0053】

次に、スピンコート法によって、有機半導体材料を含む液体を、ソース電極、ドレイン電極および無機半導体細線を覆うように塗布したのち、塗布した液体を乾燥させる。次に、チャネル領域の部分をレジストによってマスクし、チャネル領域以外の部分の有機半導体層をフォトリソ・エッチング工程で除去する。このようにして、半導体層14を形成する。

【0054】

次に、半導体層14上に、ゲート絶縁層13およびゲート電極12を、公知の方法で形成する。このようにして、TF T100dを製造できる。

【0055】

なお、TF T100aおよびTF T100cも、各部分の形成順序を変更するだけで、TF T100bおよびTF T100dと同様の方法で形成できる。たとえば、TF T100aの場合、基板11上に、ゲート電極12、ゲート絶縁層13、半導体層14、ソース電極15およびドレイン電極16の順で形成すればよい。TF T100cの場合、基板11上に、半導体層14、ソース電極15およびドレイン電極16、ゲート絶縁層13、ゲート電極12の順で形成すればよい。

【0056】

（実施形態2）

実施形態2では、実施形態1で説明した本発明のTF Tを備える電子機器の例として、アクティブマトリクス型ディスプレイ、無線IDタグ、および携帯用機器について説明する。

【0057】

アクティブマトリクス型ディスプレイの一例として、表示部に有機ELを用いたディスプレイについて説明する。ディスプレイの構成を模式的に示す一部分解斜視図を、図4に示す。

【0058】

図4に示すディスプレイは、プラスチック基板151上にアレイ状に配置された駆動回路150を備える。駆動回路150は本発明のTF Tを含み、画素電極に接続されてい

る。駆動回路１５０の上には、有機ＥＬ層１５２、透明電極１５３および保護フィルム１５４が配置されている。有機ＥＬ層１５２は、電子輸送層、発光層および正孔輸送層といった複数の層が積層された構造を有する。各ＴＦＴの電極に接続されたソース電極線１５５とゲート電極線１５６とは、それぞれ、制御回路（図示せず）へ接続される。

【００５９】

駆動回路１５０およびその周辺の一例の拡大図を、図５に示す。図５に示すＴＦＴの構造は、基本的に図１（ｃ）に示すＴＦＴ１００ｃの構造と基本的には同じである。図５に示すＴＦＴでは、半導体層１６４、ソース電極１６５およびドレイン電極１６６、ゲート絶縁層１６３、ゲート電極１６２が、基板上に積層されている。そして、ドレイン電極１６６は、有機ＥＬの画素電極１６７に電氣的に接続されている。また、ゲート電極１６２が接続されたゲート電極線１５６と、ソース電極１６５が接続されたソース電極線１５５とが交差する部分には、絶縁層１６８が形成されている。半導体層１６４には、上述した半導体層１４が適用される。

【００６０】

このように、実施形態１で説明したＴＦＴを用いてアクティブマトリクス型のディスプレイを構成することによって、キャリア移動度が高く閾値電圧のばらつきが小さいＴＦＴを安定して実現できる。これにより、特性が高く安価なディスプレイが得られる。また、本発明のＴＦＴを使用することによって、柔軟性および耐衝撃性を備えたシートライクなディスプレイを実現できる。また、キャリア移動度の向上によって、表示速度（反応速度）の速いアクティブマトリクス型のディスプレイを得ることが可能となる。

【００６１】

なお、この実施形態では表示部に有機ＥＬを用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。本発明は、ＴＦＴを含む回路を備える他のアクティブマトリクス型のディスプレイに適用でき、それによって同様の効果が得られる。

【００６２】

また、画素を駆動する駆動回路部の構成は、この実施形態で示した構成には限定されない。たとえば、１つの画素を駆動するために電流駆動用のＴＦＴとそれを制御するためのスイッチング用ＴＦＴとを組み合わせた構成としてもよい。また、さらに複数個のＴＦＴを組み合わせた構成としてもよい。また、図５に示したＴＦＴに代えて本発明の他のＴＦＴを用いてもよく、その場合も同様の効果が得られる。

【００６３】

次に、本発明のＴＦＴを無線ＩＤタグに応用した場合について説明する。本発明のＴＦＴを用いた無線ＩＤタグの一例の斜視図を、図６に模式的に示す。

【００６４】

図６に示すように、無線ＩＤタグ１７０は、フィルム状のプラスチック基板１７１を基板として使用している。この基板１７１上には、アンテナ部１７２とメモリーＩＣ部１７３とが設けられている。ここで、メモリーＩＣ部１７３は、実施形態１において説明した本発明のＴＦＴを利用して構成される。無線ＩＤタグ１７０は、基板の裏面に粘着効果を持たせることによって、菓子袋やドリンク缶のような平坦でないものに貼り付けることが可能である。なお、無線ＩＤタグ１７０の表面には、必要に応じて保護膜が設けられる。

【００６５】

このように、本発明のＴＦＴを用いることによって、様々な素材の物品へ貼り付けることが可能で様々な形状の無線ＩＤタグが得られる。また、キャリア移動度が高い本発明のＴＦＴを用いることによって、反応速度（処理速度）が速く、通信周波数の高い無線ＩＤタグが得られる。

【００６６】

なお、本発明の無線ＩＤタグは、図６に示した無線ＩＤタグに限定されない。従って、アンテナ部およびメモリーＩＣ部の配置や構成に限定はない。たとえば、倫理回路を無線ＩＤタグに組み込んでもよい。

【 0 0 6 7 】

また、この実施形態では、アンテナ部 1 7 2 とメモリー I C 部 1 7 3 とをプラスチック基板 1 7 1 上に形成する場合について説明したが、本発明はこの形態に限定されない。たとえば、インクジェット印刷のような方法を用いて、対象物に直接、アンテナ部 1 7 2 とメモリー I C 部 1 7 3 とを形成してもよい。その場合も、本発明の T F T を形成することによって、キャリア移動度および閾値電圧が改善された T F T を備える無線 I D タグを低コストで製造できる。

【 0 0 6 8 】

次に、本発明の T F T を含む集積回路を備える携行用機器について説明する。携行用機器の集積回路には、演算素子や記憶素子やスイッチング素子など、半導体の特性を利用した様々な素子が用いられる。これらの素子の少なくとも一部に本発明の T F T を用いることによって、機械的柔軟性、耐衝撃性、捨てる際の対環境性、軽量、安価といった特性に優れるという有機材料の利点を備える携行用機器を製造できる。

【 0 0 6 9 】

本発明の携行用電子機器の例として、3つの携帯用機器を図 7 ～図 9 に示す。図 7 に示す携帯テレビ 1 8 0 は、表示装置 1 8 1、受信装置 1 8 2、側面スイッチ 1 8 3、前面スイッチ 1 8 4、音声出力部 1 8 5、入出力装置 1 8 6、記録メディア挿入部 1 8 7 を備える。本発明の T F T を含む集積回路は、携帯テレビ 1 8 0 を構成する演算素子や記憶素子やスイッチング素子などの素子を含む回路として使用される。

【 0 0 7 0 】

図 8 に示す通信端末 1 9 0 は、表示装置 1 9 1、送受信装置 1 9 2、音声出力部 1 9 3、カメラ部 1 9 4、折りたたみ用可動部 1 9 5、操作スイッチ 1 9 6、音声入力部 1 9 7 を備える。本発明の T F T を含む集積回路は、通信端末 1 9 0 を構成する演算素子や記憶素子やスイッチング素子などの素子を含む回路として使用される。

【 0 0 7 1 】

図 9 に示す携帯用医療機器 2 0 0 は、表示装置 2 0 1、操作スイッチ 2 0 2、医療的処置部 2 0 3、経皮コンタクト部 2 0 4 を備える。携帯用医療機器 2 0 0 は、例えば腕 2 0 5 などに巻き付けられて携行される。医療的処置部 2 0 3 は、経皮コンタクト部 2 0 4 から得られる生態情報を処理し、それに応じて経皮コンタクト部 2 0 4 を通じて薬物投与などの医療的処置を行う部分である。本発明の T F T を含む集積回路は、携帯用医療機器 2 0 0 を構成する演算素子や記憶素子やスイッチング素子などの素子を含む回路として使用される。

【 0 0 7 2 】

なお、本発明の T F T を応用した電子機器の構成について例を挙げて説明したが、本発明はこれらの構成に限定されない。また、本発明の T F T を適用できる電子機器は、例示した機器に限定されない。本発明の T F T は、P D A 端末や、ウェアラブルな A V 機器、ポータブルなコンピュータ、腕時計タイプの通信機器など、機械的柔軟性、耐衝撃性、捨てる際の対環境性、軽量性、安価といった特性が要求される機器に好適に応用できる。

【 0 0 7 3 】

以上、本発明の実施形態について例を挙げて説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されず本発明の技術的思想に基づき他の実施形態に適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 4 】

本発明は、薄膜トランジスタ（電界効果トランジスタ）およびそれを備える各種の電子機器に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 5 】

【図 1】 本発明の T F T の例を模式的に示す断面図である。

【図 2】 本発明の T F T の他の例を模式的に示す断面図である。

【図 3】 半導体層中の無機半導体細線の配置の一例を模式的に示す図である。

【図 4】 本発明のアクティブマトリクス型ディスプレイの一例を模式的に示す一部分解斜視図である。

【図 5】 駆動回路およびその周辺の構成を示す模式的に示す斜視図である。

【図 6】 無線 I D タグの一例の構成を模式的に示す斜視図である。

【図 7】 携帯テレビの一例の構成を模式的に示す斜視図である。

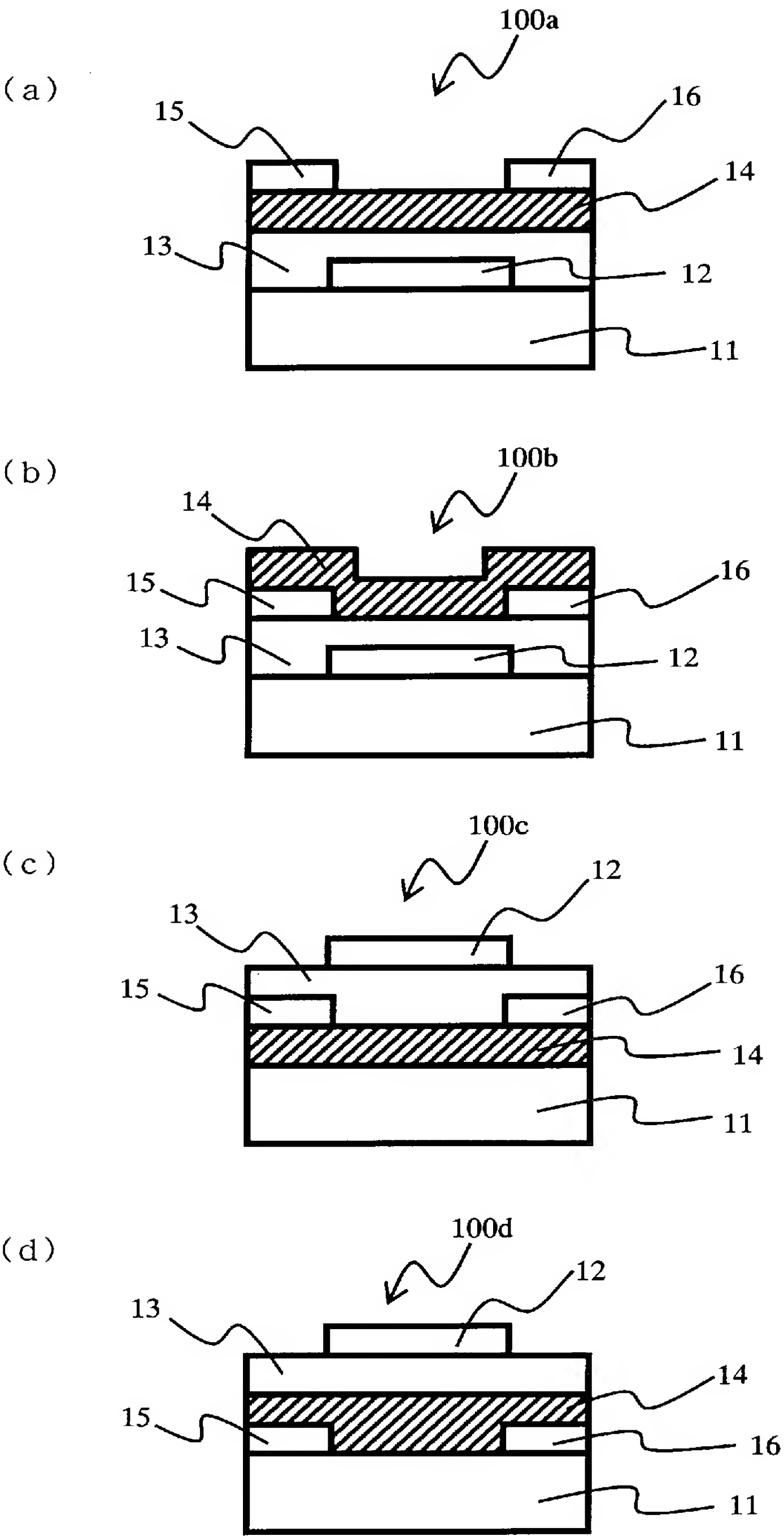
【図 8】 通信端末の一例の構成を模式的に示す斜視図である。

【図 9】 携帯用医療機器の一例を模式的に示す斜視図である。

【符号の説明】

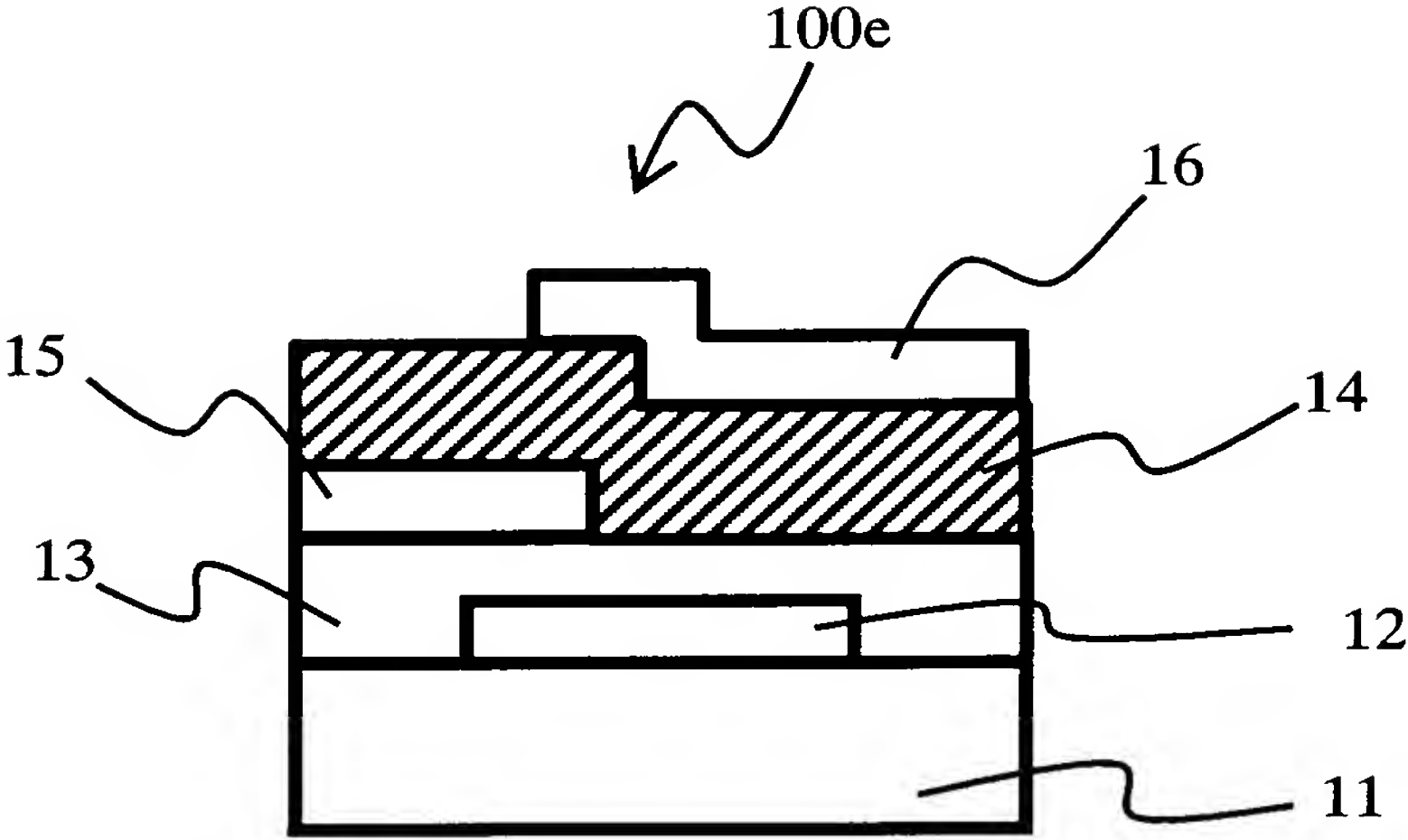
【 0 0 7 6 】

- 1 1 基板
- 1 2 ゲート電極
- 1 3 ゲート絶縁層
- 1 4 半導体層
- 1 5 ソース電極
- 1 6 ドレイン電極
- 3 1 無機半導体細線
- 3 2 有機半導体材料
- 1 0 0 a ~ f T F T
- 1 5 0 駆動回路
- 1 7 0 無線 I D タグ
- 1 8 0 携帯テレビ
- 1 9 0 通信端末
- 2 0 0 携帯用医療機器
- 2 0 1 表示装置

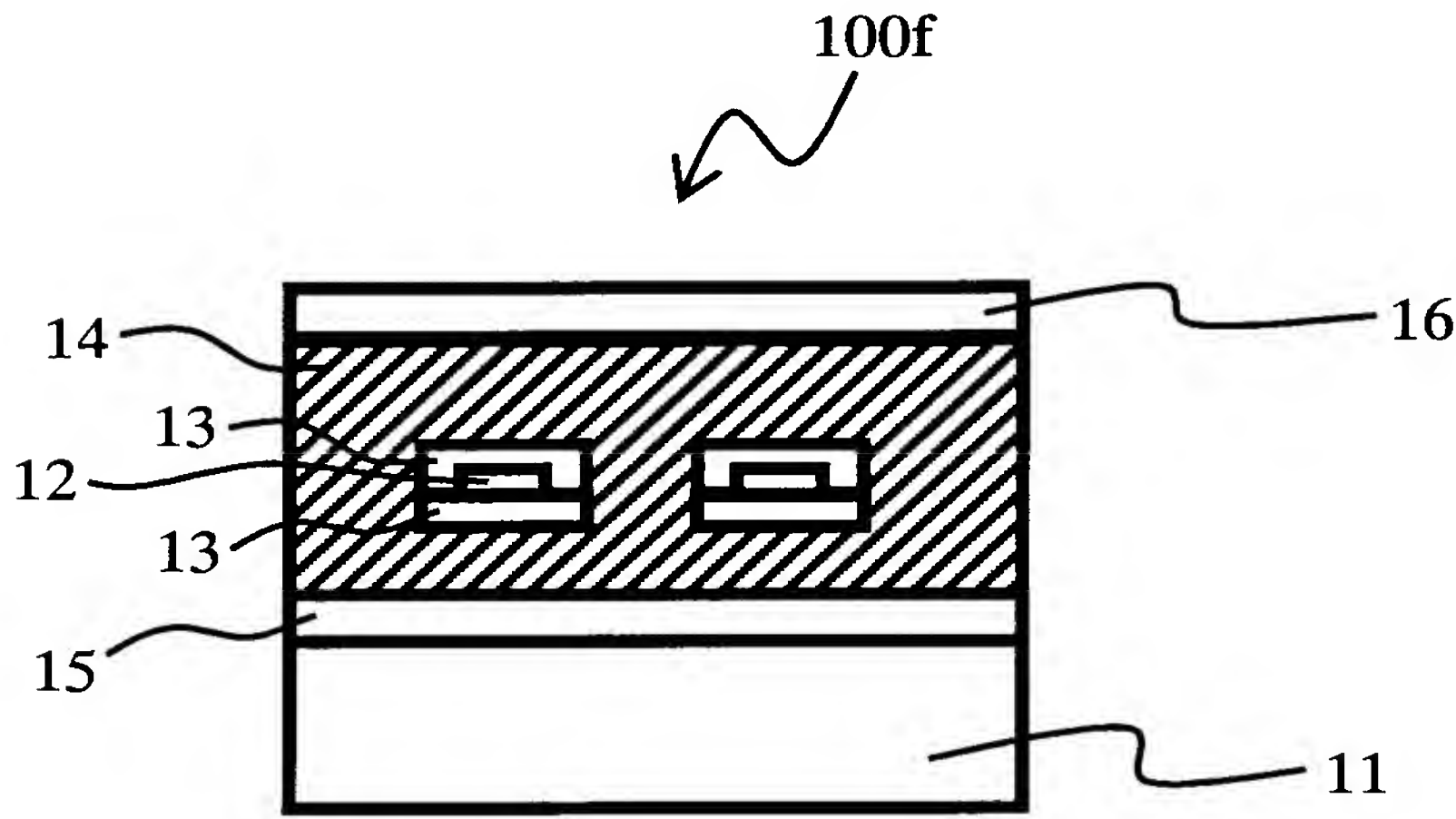


【図 2】

(a)

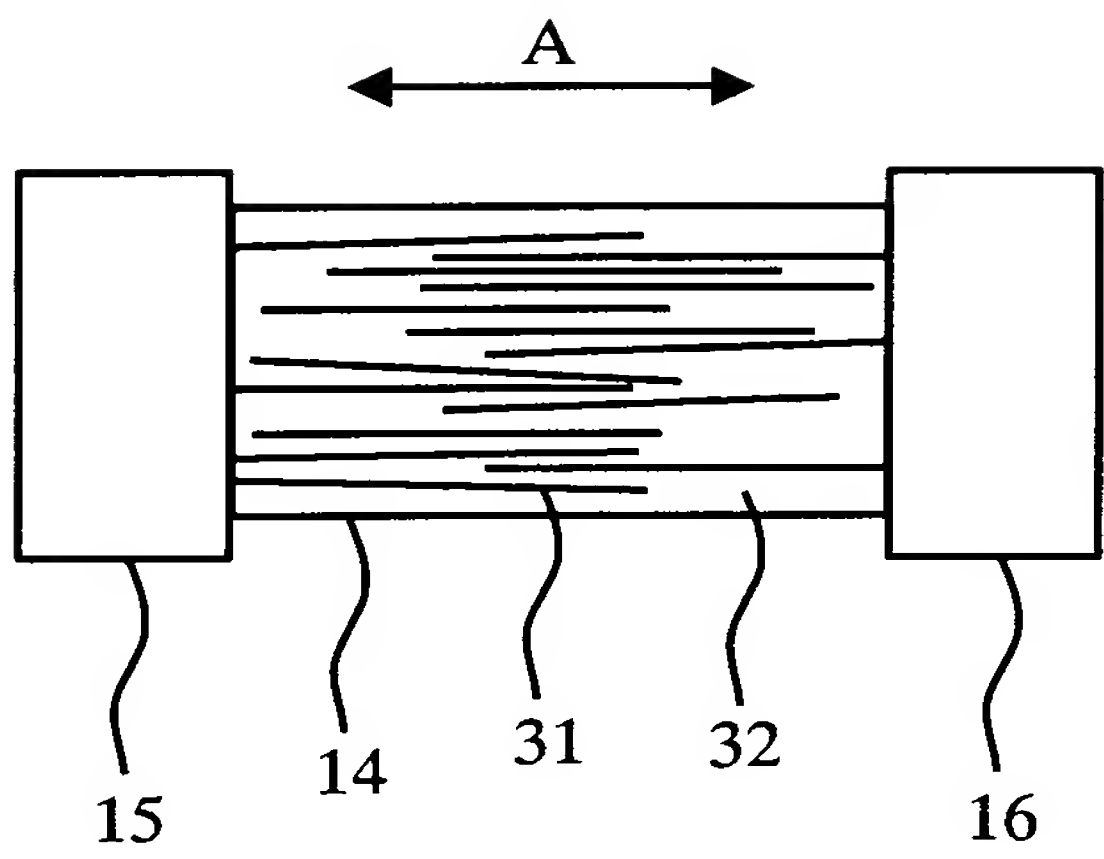


(b)

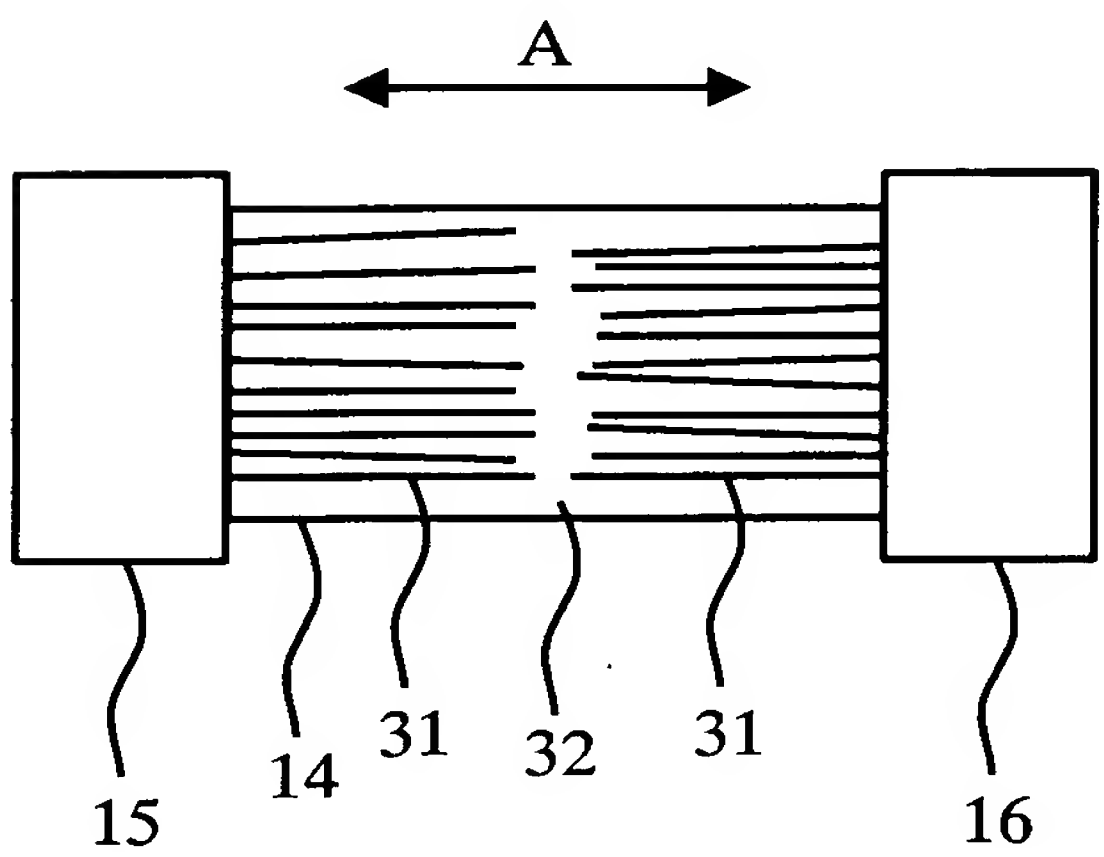


【図 3】

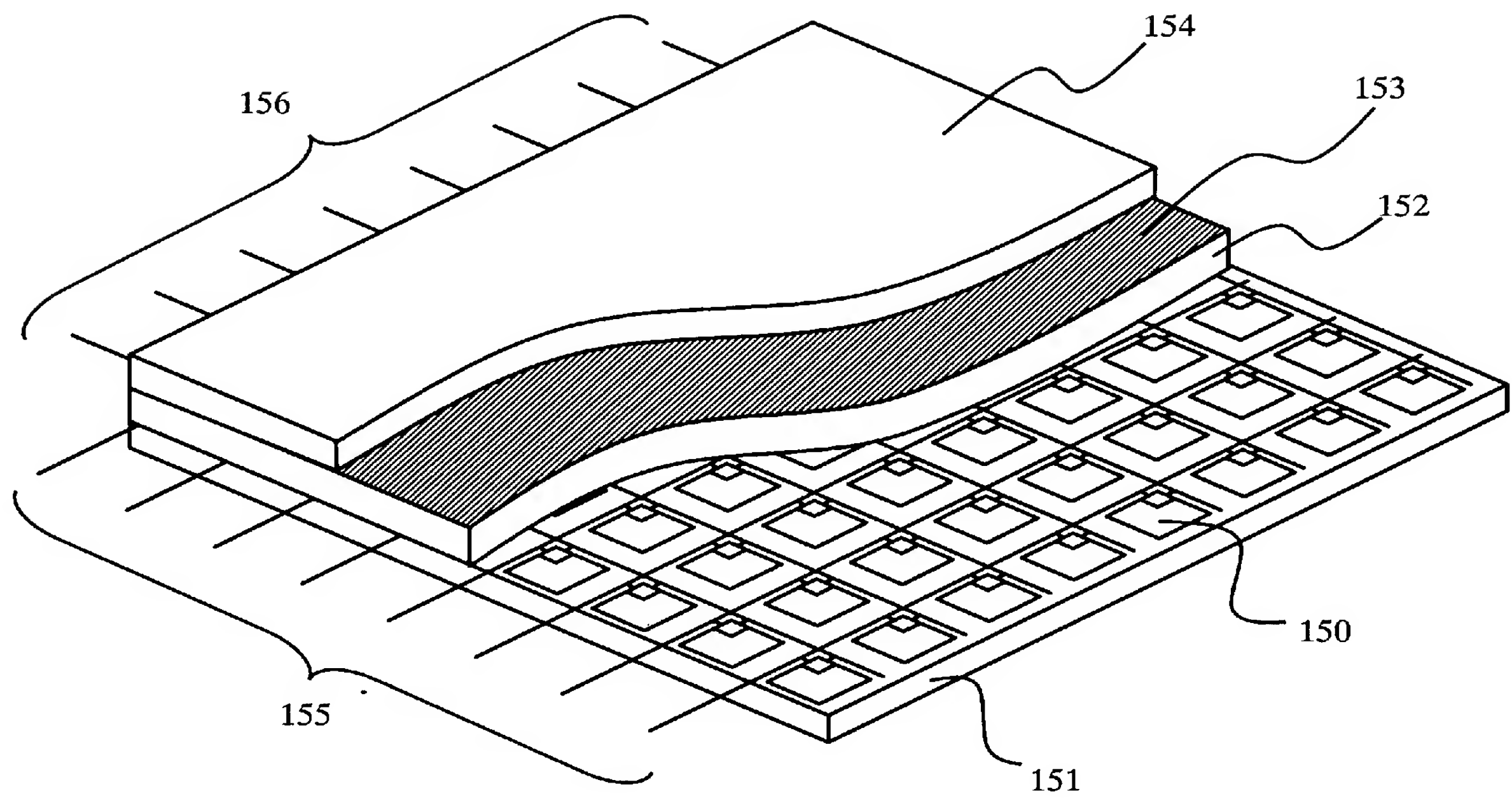
(a)



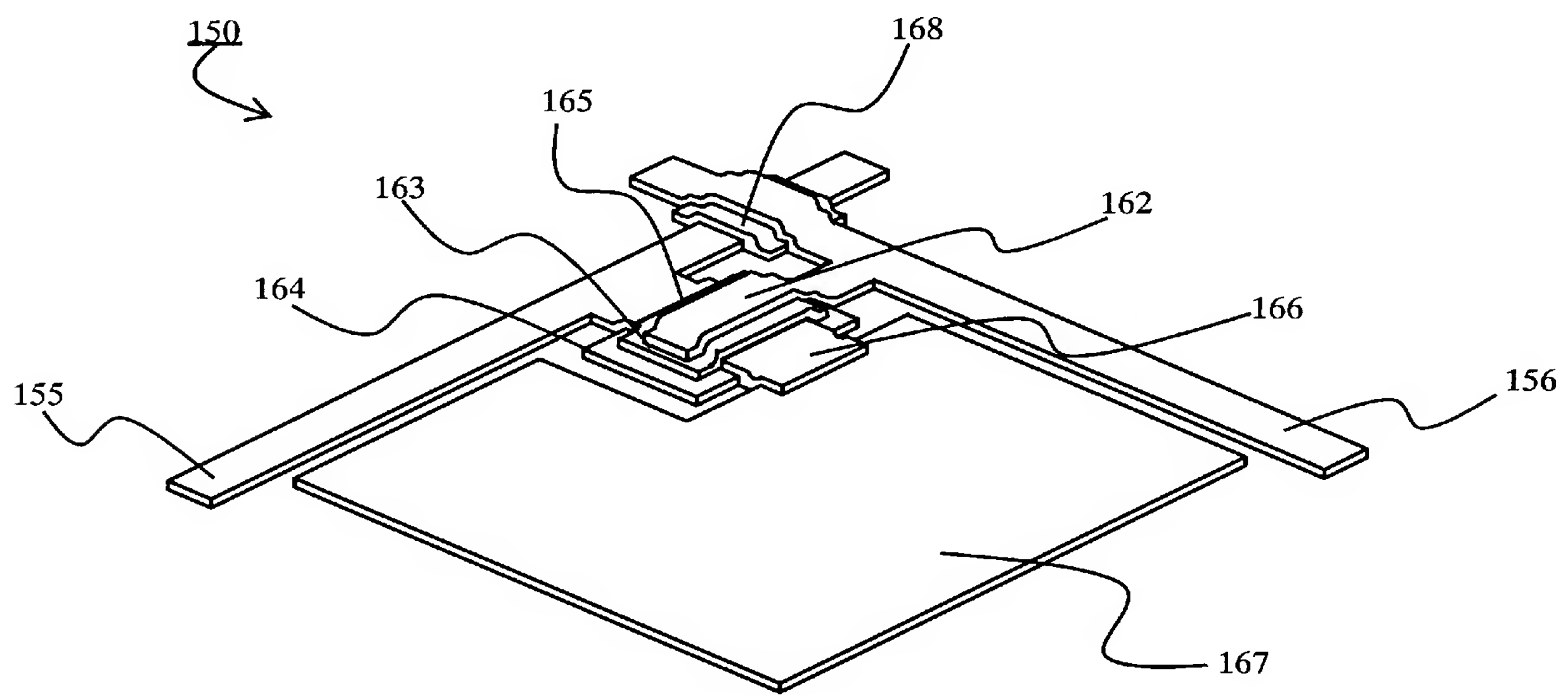
(b)



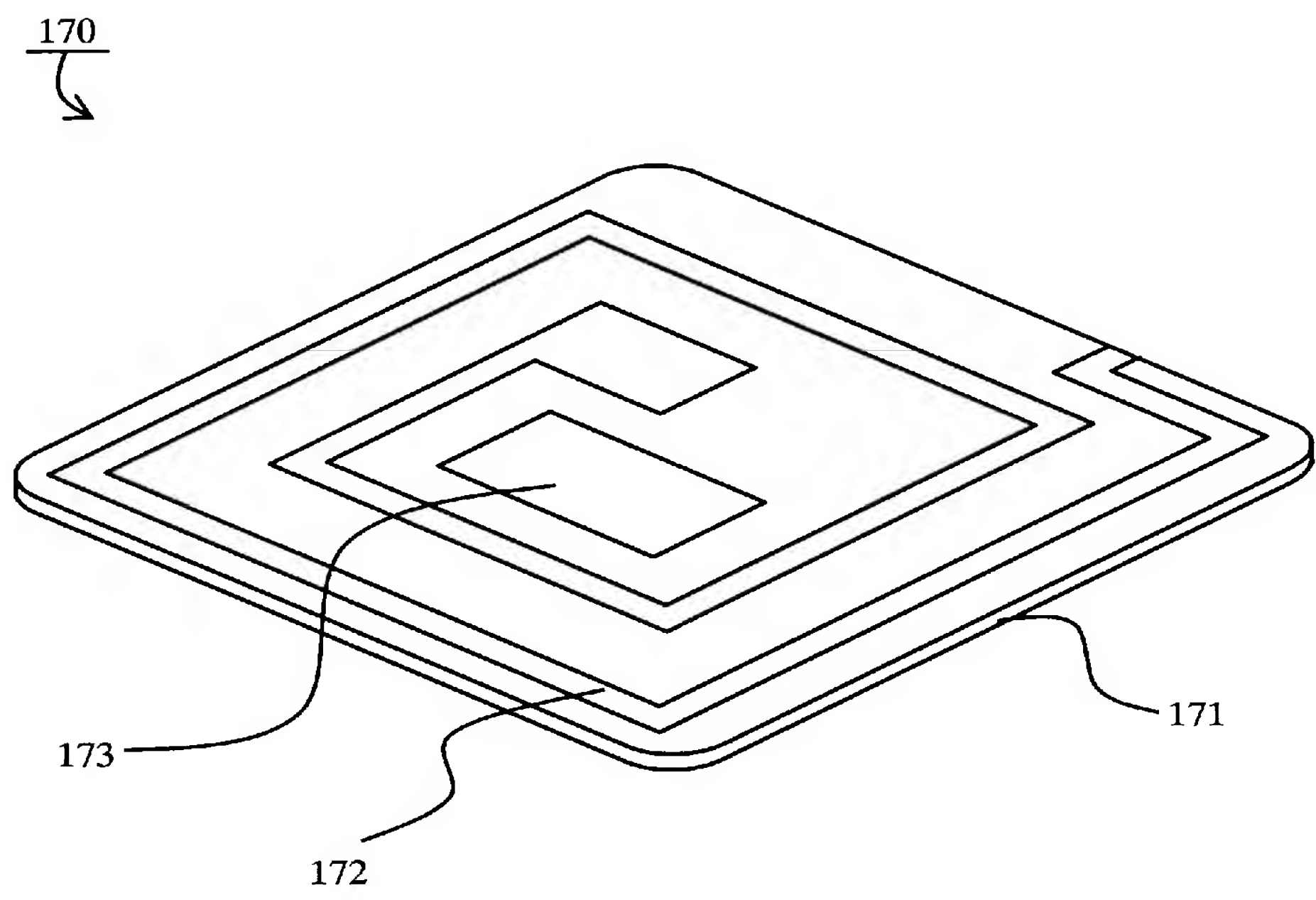
【圖 4】



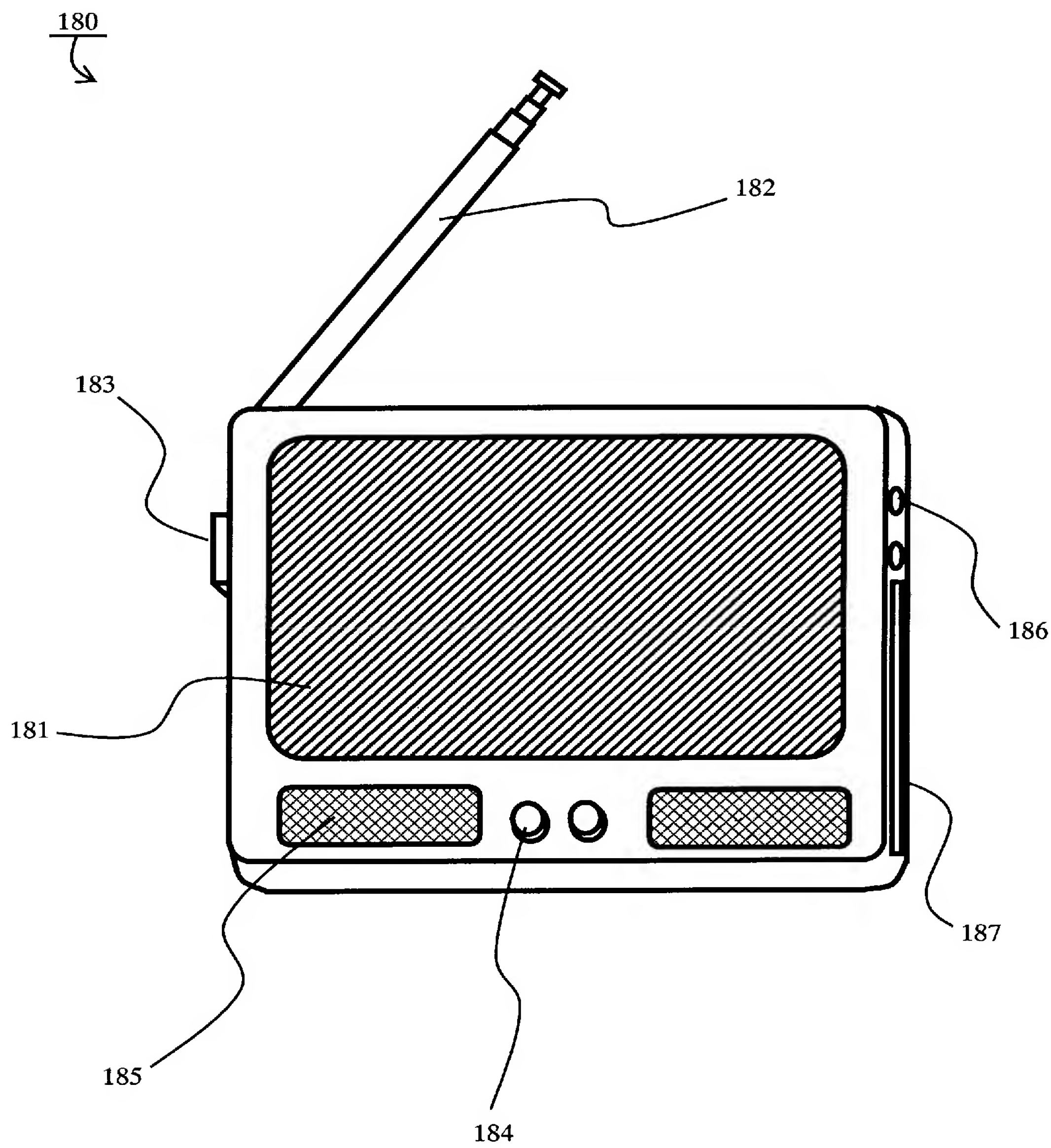
【圖 5】



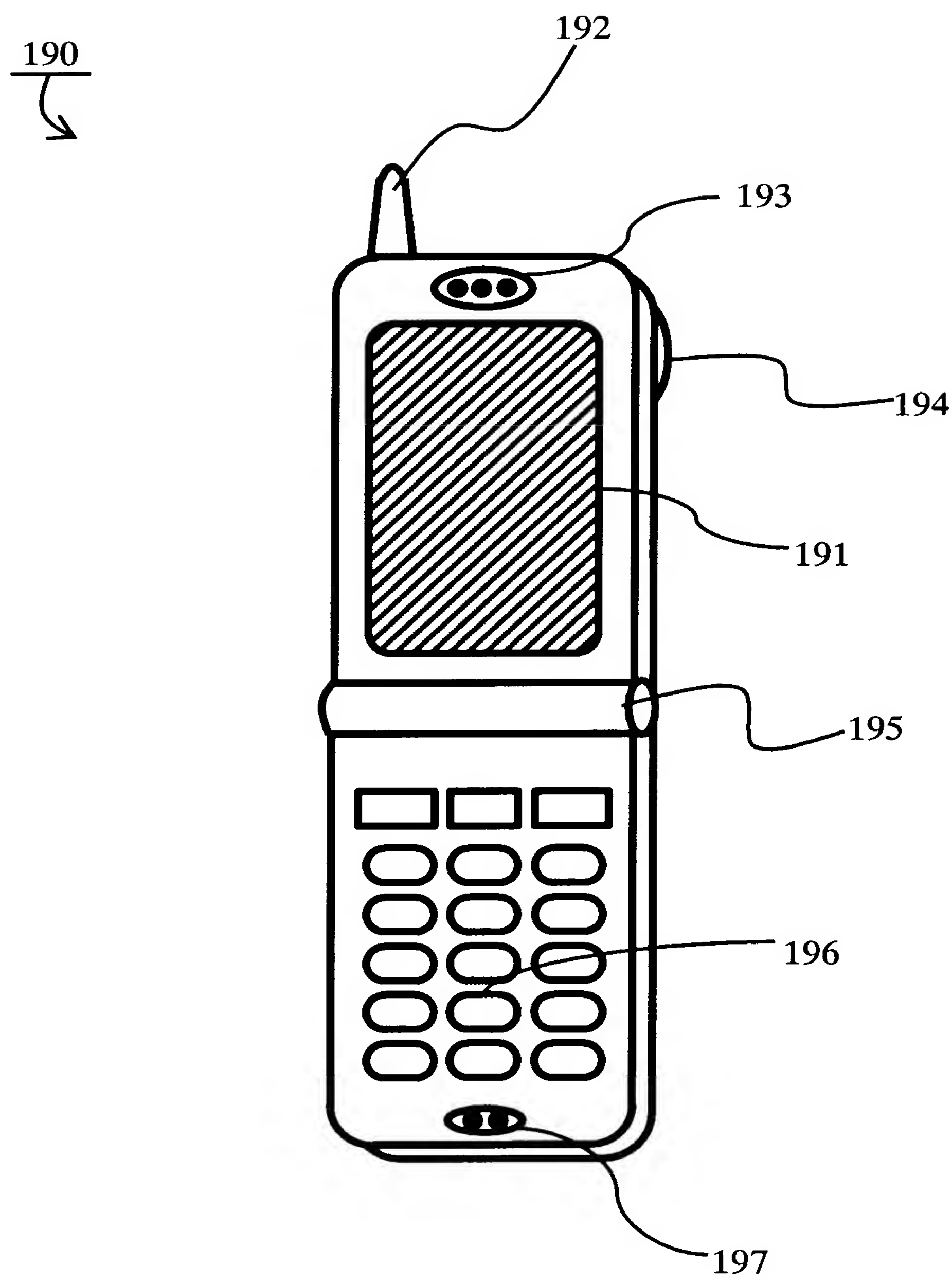
【 図 6 】



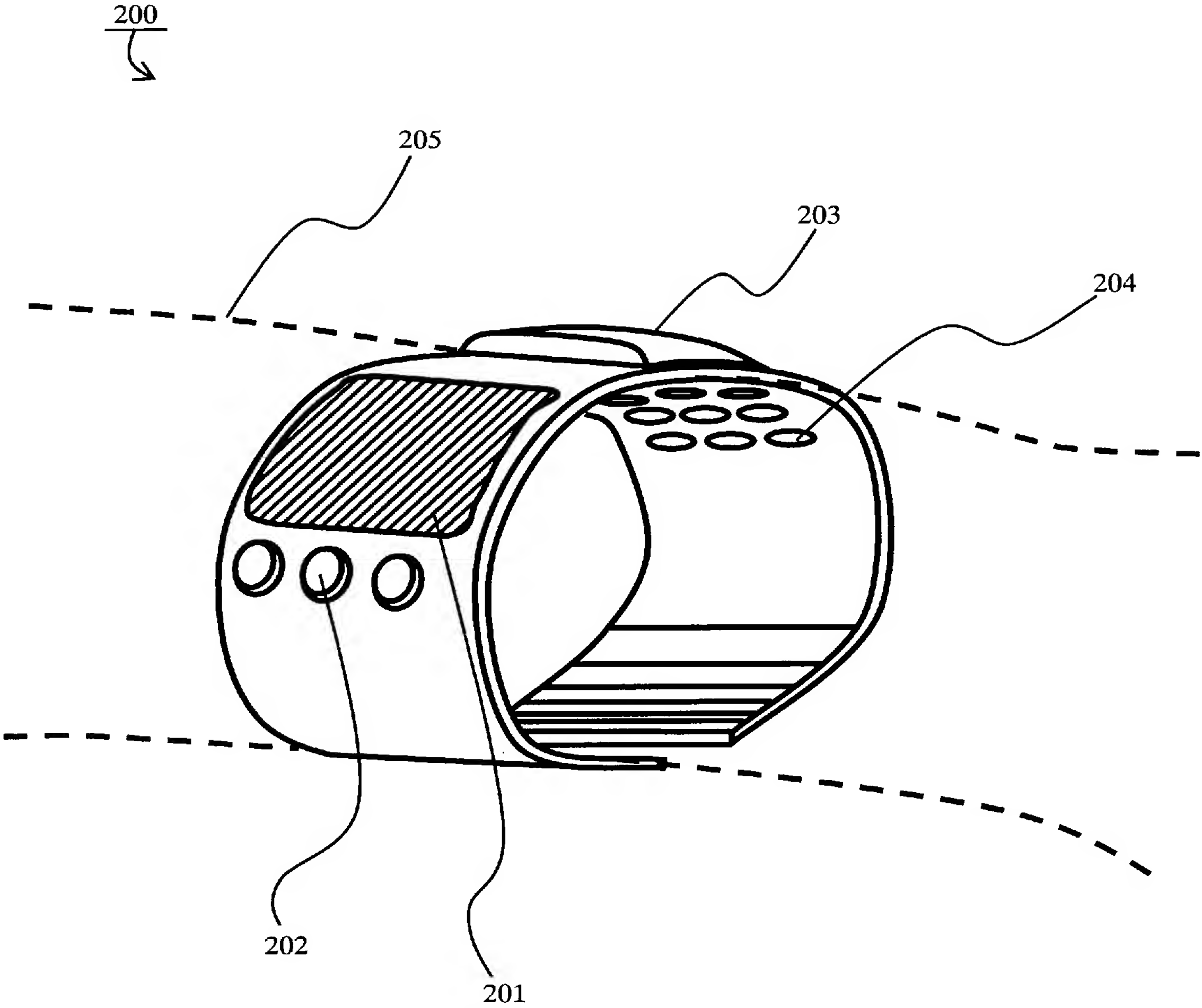
【 图 7 】



【 图 8 】



【 图 9 】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 特性のばらつきが小さく低温で形成が可能な薄膜トランジスタを提供する。

【解決手段】 半導体層 1 4 と、半導体層 1 4 に電氣的に接続されたソース電極 1 5 およびドレイン電極 1 6 と、ソース電極 1 5 とドレイン電極 1 6 との間の半導体層 1 4 に電界を印加するためのゲート電極 1 2 とを備え、半導体層 1 4 が、無機半導体からなる複数の細線と有機半導体材料とを含む。

【選択図】 図 1

出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社